

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 395**

51 Int. Cl.:

C08K 9/08

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.08.2013 E 13180027 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2770019**

54 Título: **Partículas que contienen fibra de carbono así como su preparación y uso**

30 Prioridad:

20.02.2013 EP 13000863

11.03.2013 EP 13001218

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

13.11.2018

73 Titular/es:

ELG CARBON FIBRE INTERNATIONAL GMBH

(100.0%)

Kremerskamp 16

47138 Duisburg, DE

72 Inventor/es:

GEHR, MARCO

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 689 395 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Partículas que contienen fibra de carbono así como su preparación y uso

La presente invención se refiere al campo técnico de los materiales compuestos (plásticos compuestos), particularmente materiales compuestos con fibras de carbono como aditivos particulares preferidos.

5 La presente invención se refiere particularmente a partículas que contienen fibras de carbono, particularmente en forma de peletes o gránulos, que son particularmente adecuadas para la preparación de materiales que contienen fibra de carbono, preferiblemente plásticos que contienen fibra de carbono, particularmente composites o materiales compuestos que contienen fibra de carbono, y a un procedimiento para su preparación así como a su uso.

10 Los materiales compuestos (citados también como sinónimos plásticos compuestos, composites o masas de moldeo) son en general preferiblemente mezclas homogéneas particularmente de materias primas puras, particularmente plásticos y mezclas de plásticos, que se adicionan con al menos un material aditivo, como cargas, reforzantes o aditivos, para mejorar las propiedades de la materia prima, particularmente con respecto a eficiencia mejorada, menores costes, procesamiento posterior simplificado y aspecto más atractivo. Así, pueden elevarse
15 significativamente por ejemplo la resistencia a UV y la resistencia a la hidrólisis de plásticos que deben utilizarse como componentes en el exterior mediante la adición de estabilizadores.

Se usan como cargas particularmente sustancias con forma de partícula, como talco, caliza, mica, sulfato de bario, hollín, polvo de cerámica, polvo metálico o similares, que deben elevar el volumen del material compuesto sin
20 cambiar sin embargo las propiedades esenciales. Es deseable una elevación del volumen particularmente con respecto a los costes de almacenamiento y transporte de los materiales compuestos.

Mediante la adición de aditivos, como antioxidantes, lubricantes, antiestáticos, estabilizadores, fotoprotectores, agentes separadores, auxiliares de desmoldeo, agentes de nucleación, absorbentes de UV, agentes ignífugos, polímeros fluorados (p.ej., PTFE), pigmentos o similares, pueden ajustarse las propiedades de la materia prima selectivas de la aplicación respectiva. Mediante los aditivos, pueden ajustarse por ejemplo el color o la estabilidad
25 térmica y química del material compuesto. Además, la adición de auxiliares de procesamiento conduce a un procesamiento posterior mejorado del material compuesto en procesos posteriores, como moldeo por inyección o similares.

Los cambios de las propiedades mecánicas de la materia prima, particularmente una modificación de los
30 parámetros mecánicos de resistencia al impacto, como resistencia a la tracción, alargamiento de rotura y resistencia al impacto, pueden lograrse particularmente mediante la adición de sustancias reforzantes. Se utilizan como sustancias reforzantes particularmente fibras de vidrio, preferiblemente en forma de las denominadas fibras de vidrio cortas y largas, fibras de carbono o wollastonita.

Los materiales compuestos se preparan particularmente mediante el denominado mezclado dispersivo, en el que
35 el mezclado dispersivo corresponde al procesamiento de plásticos y describe el proceso de acabado de plásticos mediante la adición de materiales aditivos (p.ej., cargas, sustancias reforzantes, aditivos, etc.) para optimización selectiva de las propiedades de la materia prima. En general, el mezclado dispersivo comprende distintas etapas de procedimiento u operaciones de procedimiento, como transporte, fusión, dispersión, mezclado, desgasificación y presurización, y se realiza particularmente en extrusoras, por ejemplo, extrusoras de doble tornillo corrotativas, extrusoras de doble tornillo contrarrotativas, extrusoras de rodillo planetario, coamasadoras, etc.

40 Para garantizar una mezcla lo más homogénea posible entre materia prima por un lado y materiales aditivos por otro lado, deberían poder incorporarse los materiales aditivos en el marco del mezclado dispersivo lo más homogéneos posibles a la materia prima. Sin embargo, la mayoría de materiales aditivos indicados anteriormente, a causa de su mala humectabilidad, presentan a menudo una incorporabilidad insuficiente, de modo que dan como resultado materiales compuestos no completamente homogéneos que, debido a la distribución no homogénea de
45 los materiales aditivos, no presentan propiedades constantes dentro del material compuesto y por tanto presentan una calidad insuficiente.

Debido a la mala incorporabilidad de los materiales aditivos, puede ocurrir además una segregación de materia
50 prima y materiales aditivos, de modo que no es posible la preparación del material compuesto en absoluto. Este puede ser el caso, particularmente, cuando se usan altas cantidades de distintos materiales aditivos, particularmente cuando los materiales aditivos presentan densidades significativamente divergentes con relación a la materia prima, particularmente el plástico.

La mala incorporabilidad de los materiales aditivos puede mejorarse sin embargo mediante la aplicación de altas
55 fuerzas de cizallamiento; en este sentido puede ocurrir sin embargo una destrucción parcial, particularmente trituración, de los materiales aditivos. Particularmente, usando sustancias endurecedoras, una trituración conduce a unas propiedades mecánicas significativamente empeoradas del material compuesto.

Además, la incorporación de los materiales aditivos en el marco del mezclado dispersivo conduce a menudo a una

5 influencia negativa sobre las propiedades reológicas, particularmente las propiedades de flujo o velocidades de flujo. Sin embargo, la disminución de las propiedades de flujo, particularmente a altas cantidades de materiales aditivos, es desventajosa para el procesamiento posterior de materiales compuestos, ya que para el procesamiento siguiente de los materiales compuestos, p.ej. en dispositivos de moldeo por inyección o similares, se necesitan altas velocidades de flujo.

10 También los materiales aditivos, debido su naturaleza a menudo en forma de polvo, presentan una mala manejabilidad. Así, deben usarse con los materiales aditivos en forma de polvo instalaciones de succión y filtración especiales, para excluir riesgos para la salud durante la preparación y uso de los materiales aditivos debido a la formación de polvo y para evitar el peligro de explosiones de polvo. Además, debido a la naturaleza en forma de polvo, se llega también a una dosificabilidad empeorada de los materiales aditivos, ya que no se garantiza la dosificación de una cantidad exacta de material aditivo o la preparación de una mezcla exacta de materiales aditivos. Para una calidad constante del material compuesto es sin embargo de gran importancia una dosificabilidad exacta de los materiales aditivos.

15 Para lograr una mejor incorporabilidad, manejabilidad y dosificabilidad de los materiales aditivos, se preparan en el estado de la técnica ocasionalmente también cuerpos de moldeo, particularmente aglomerados, peletes, briquetas o similares a partir de los materiales aditivos afectados. Los cuerpos de moldeo preparados según el estado de la técnica no ofrecen sin embargo resultados satisfactorios, ya que a menudo no posibilitan una incorporación homogénea suficiente a la materia prima, particularmente plásticos. También, la incorporación de los cuerpos de moldeo conocidos según el estado de la técnica a materias primas (p.ej., plásticos), particularmente en el marco del mezclado dispersivo, conduce normalmente a una influencia negativa sobre las propiedades reológicas, particularmente las propiedades de flujo, particularmente a altas cantidades de materiales aditivos, de modo que resultan materiales compuestos que pueden procesarse posteriormente solo difícilmente debido a sus bajas velocidades de flujo.

20 Además, debido a la alta proporción de coadyuvantes usados para la preparación de cuerpos de moldeo en el estado de la técnica (p.ej., los denominados agentes de acabado, etc.), pueden ocurrir perturbaciones dentro de la matriz de materia prima, particularmente matriz de plástico, que pueden conducir a defectos de material dentro del material compuesto; también pueden ocurrir usando cuerpos de moldeo del estado de la técnica que contienen coadyuvantes incompatibilidades con la materia prima usada, de modo que los cuerpos de moldeo pueden usarse solo para materias primas muy determinadas y no son utilizables universalmente para una gran mayoría de materias primas.

25 Los cuerpos de moldeo del estado de la técnica preparados con materiales aditivos están consiguientemente ligados a una pluralidad de desventajas en relación con su empleo industrial, de modo que existe una demanda elevada de cuerpos de moldeo de materiales aditivos que presenten una incorporabilidad mejorada a distintas materias primas, particularmente plásticos, en los que las propiedades reológicas del material compuesto resultante no se deterioren significativamente.

30 El documento DE 102005044395 A1 se refiere a una composición de resina de poliolefina de composición especial. Particularmente, la composición de resina de poliolefina allí descrita debe contener resinas de poliolefina así como hollín y estabilizadores. Además, pueden estar presentes también otros ingredientes, como por ejemplo cargas en forma de fibra con el fin de efecto reforzante, en la que las cargas pueden tratarse eventualmente con un agente de tratamiento de superficie.

35 El documento US 2012/0077402 A1 se refiere a un producto textil semiacabado (semi-finished textile product), particularmente en forma del denominado preimpregnado, en el que el producto semielaborado o producto semiacabado allí citado puede presentar fibras de carbono.

40 Además, el documento WO 2011/070026 A2 se refiere a un gránulo de partículas de carbono, a una dispersión de uno de tales gránulos de partículas de carbono así como a un procedimiento para su preparación.

45 Finalmente, el documento US 2009/0186219 A1 se refiere a un adhesivo conductor eléctrico con un polvo conductor eléctrico, a una silicona termoendurecible y a un disolvente.

50 La presente invención se basa por tanto en el objetivo de proporcionar materiales aditivos adecuados para incorporación a plásticos en forma bien manejable, preferiblemente en forma particulada, particularmente en forma de gránulos o peletes, en los que las desventajas ligadas al estado de la técnica anteriormente detalladas se eviten al máximo o si no al menos se atenúen.

55 Particularmente, es un objetivo de la presente invención proporcionar materiales aditivos basados en fibras de carbono en forma bien manejable, preferiblemente en forma particulada, particularmente en forma de peletes o gránulos, en los que se garantice una buena manejabilidad. Asimismo, debe garantizarse una buena incorporabilidad o capacidad de incorporación de los materiales aditivos a plásticos, procurándose particularmente una buena compatibilidad con las materias primas, particularmente plásticos, simultáneamente con la menor influencia posible sobre las propiedades reológicas.

La solicitante ha encontrado ahora sorprendentemente que la problemática anteriormente detallada puede resolverse de modo eficaz proporcionando como materiales aditivos partículas, particularmente peletes o gránulos, de fibras de carbono preferiblemente trituradas, que se preparan usando un aglutinante basado en silano y/o siloxano. Las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, presentan debido a su fluidibilidad y su ausencia de polvo no solo una buena manejabilidad y dosificabilidad, sino que garantizan también una incorporación homogénea de las fibras de carbono a diversas materias primas, particularmente plásticos. Además, en la incorporación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, a la materia prima, particularmente plásticos, no se observa sorprendentemente ningún empeoramiento de las propiedades reológicas, particularmente las propiedades de flujo, de modo que los materiales compuestos resultantes pueden procesarse posteriormente sin problemas, particularmente mediante moldeo por inyección o similares.

Para resolver el problema detallado anteriormente, la presente invención propone por tanto partículas que contienen fibra de carbono según la reivindicación 1. Son objeto de las reivindicaciones subordinadas respectivas otras propiedades ventajosas de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención.

Es otro objeto de la presente invención un método para la preparación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención como se describe o define en la correspondiente reivindicación dirigida al procedimiento para la preparación de partículas que contienen fibra de carbono misma.

Finalmente, es otro objeto de la presente invención el uso de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención como se describe o define en la reivindicación de uso correspondiente.

Ni que decir tiene, que son correspondientemente válidas configuraciones y formas de realización especiales que se describen solo en el contexto de un aspecto de la invención o también en relación con otros aspectos de la invención, sin que estas se describan expresamente.

Por lo demás, se aplica que los datos de números, valores o intervalos enumerados a continuación relacionados con el uso por el experto o de caso individual pueden variar, sin apartarse del marco de la presente invención

Son por tanto objeto de la presente invención, según un primer aspecto de la presente invención, partículas que contienen fibra de carbono, preferiblemente en forma de gránulos o peletes, que son adecuadas particularmente para la preparación de materiales que contienen fibra de carbono, preferiblemente plásticos que contienen fibra de carbono, en las que las partículas que contienen fibra de carbono

- contienen fibras de carbono, particularmente en forma triturada y

- al menos un aglutinante basado en silano y/o siloxano,

en las que las fibras de carbono se presentan como fibras de carbono recicladas, en las que las fibras de carbono recicladas se consiguen a partir de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC) pirolíticamente y/o mediante descomposición pirolítica de la matriz de plástico.

El término de partícula, también designado como sinónimo de material de partícula, como se usa en el marco de la presente invención, designa particularmente objetos o cuerpos de moldeo discretos o definibles que están compuestos por una pluralidad de constituyentes unidos entre sí, preferiblemente del mismo tipo o idénticos (concretamente aquí: particularmente fibras de carbono trituradas) y particularmente pueden presentar una extensión en el intervalo de fracciones de milímetros hasta pocos milímetros o incluso centímetros en todas las direcciones del espacio. Particularmente, las partículas en el marco de la presente invención están compuestas por una pluralidad de fibras de carbono preferiblemente trituradas que se unen entre sí hasta las partículas respectivas. En el marco de la presente invención, no se excluye sin embargo que las partículas discretas se unan respectivamente también conjuntamente o entre sí (sueltas), particularmente se aglomeren.

Además, el término de gránulo, como se usa en el marco de la presente invención, designa particularmente partículas anteriormente descritas de forma o geometría no definida que están compuestas por constituyentes sólidos (presentes como fibras de carbono preferiblemente trituradas), en el que cada partícula contiene fibras de carbono unidas o reticuladas respectivamente entre sí. Particularmente, cada material de partícula de gránulo presenta suficiente resistencia para garantizar distintas manipulaciones y usos. Los gránulos se preparan mediante procedimientos en sí conocidos de la denominada granulación, en los que pueden utilizarse distintos procedimientos, como particularmente granulación de lecho fluidizado, granulación de tambor o similares.

El término peletes, como se usa en el marco de la presente invención, designa particularmente partículas de constituyentes compactados unidos entre sí (presentes como fibras de carbono preferiblemente trituradas) con forma o geometría definida, particularmente en forma de grano, bola o cilindro. En general, el término se usa en plural, ya que los peletes no se usan individualmente, sino en grandes cantidades. Los peletes se preparan mediante procedimientos asignados a la operativa de la aglomeración en sí conocidos, que se designa también como peletización o procedimiento de peletización.

Finalmente, se entiende por el término aglutinante basado en silano y/o siloxano, como se usa en el marco de la presente invención, un aglutinante que contiene o está compuesto por al menos un silano y/o al menos un siloxano está compuesto por los mismos. Es conocido como tal uno de tales productos por el experto como suficientemente conocido y comercialmente disponible, pero hasta ahora no se había tomado en consideración para la aplicación según la invención.

Se entiende por el término silanos, como se usa en el marco de la presente invención, como es conocido particularmente aquellos compuestos que en el caso de silanos monoméricos presentan al menos un átomo de silicio de cuatro enlaces y en el caso de silanos oligoméricos o poliméricos comprenden una estructura básica basada en átomos de silicio (-Si-Si-). A este respecto, las valencias libres del átomo o átomos de silicio están sustituidas respectivamente con restos orgánicos. Por tanto, el aglutinante basado en silano utilizado según la invención o el silano utilizado según la invención se designa también como compuesto organosilícico o también como derivado de (organo)silano o también como organosilano o también como silano organosustituido. Los (organo)silanos utilizados según la invención pueden seleccionarse básicamente de (organo)silanos monoméricos, oligoméricos o poliméricos, así como sus mezclas. En el caso de silanos monoméricos, como es conocido los cuatro átomos de hidrógeno del cuerpo principal de silano (es decir SiH₄) están sustituidos por restos orgánicos, mientras que en el caso de silanos oligoméricos o poliméricos como es conocido presentan una estructura básica de (Si-Si) oligomérica o polimérica en que las valencias libres de los átomos de silicio están respectivamente sustituidas con restos orgánicos.

Se entiende por el término siloxanos, como se usa en el marco de la presente invención, particularmente aquellos compuestos que como es conocido comprenden al menos una estructura básica de (Si-O-Si). A este respecto, las valencias libres de los átomos de silicio están respectivamente sustituidas con restos orgánicos. Por tanto, el aglutinante basado en siloxano utilizado según la invención o el siloxano utilizado según la invención puede designarse también como sinónimo de derivado de (organo)siloxano o también de organosiloxano o también de siloxano organosustituido. Los (organo)siloxanos utilizados según la invención pueden seleccionarse básicamente de (organo)siloxanos monoméricos, oligoméricos o poliméricos, así como sus mezclas. En el caso de (organo)siloxanos poliméricos, se usa también como sinónimo la denominación polisiloxanos o siliconas. Tales polisiloxanos presentan particularmente una estructura básica de tipo -(SiR₂-O)_n- o R₃Si-(O-SiR₂)_m-O-SiR₃, en la que los restos o sustituyentes, iguales o distintos, designan independientemente entre sí respectivamente un resto orgánico y las variables n o m representan números enteros mayores de 1 o mayores o iguales a 1.

El aglutinante basado en silano y/o siloxano utilizado según la invención contiene particularmente al menos un organosilano seleccionado de organosilanos monoméricos, oligoméricos o poliméricos y/o al menos un organosiloxano seleccionado de organosiloxanos monoméricos, oligoméricos o poliméricos (p.ej., junto con al menos un disolvente o dispersante y/o al menos un aditivo) o está compuesto por los mismos.

Es una particularidad de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente en forma de peletes o gránulos, observar particularmente que, en el marco de la invención, usando un aglutinante basado en silano y/o siloxano pueden prepararse partículas estables con fibras de carbono preferiblemente trituradas, que sorprendentemente pueden incorporarse sin embargo sin más como materiales aditivos o aditivos a plásticos (particularmente mediante mezclado dispersivo), en las que las partículas según la invención, particularmente en la incorporación a una matriz de plástico, no deterioran sus propiedades reológicas, particularmente su fluidez, al menos no esencialmente, de modo que el material resultante puede procesarse posteriormente sin problemas operativos (p.ej., mediante moldeo por inyección o similares). Las partículas según la invención posibilitan por tanto sorprendentemente también una incorporación homogénea a una matriz de plástico lo que, sin desear ligarse a teoría determinada alguna, es evidentemente atribuible a que el aglutinante basado en silano y/o siloxano en estado de partícula, particularmente en estado de pelete o gránulo, garantiza una unión estable de las fibras de carbono preferiblemente trituradas individuales, pero por otro lado esta unión puede volver a disolverse en una matriz de plástico fluida o caliente sin más. En otras palabras, una incorporación extraordinariamente homogénea de las partículas que contienen fibra de carbono logra que el aglutinante basado en silano y/o siloxano permita por un lado una buena separación o liberación de las fibras de carbono de las partículas, particularmente los peletes o gránulos, y por otro lado logra una interacción eficaz tanto con las fibras de carbono como con la matriz de plástico, de modo que se garantiza una incorporación estable así como homogénea de las fibras de carbono a la matriz de plástico. Esto diferencia el aglutinante basado en silano y/o siloxano utilizado según la invención de otros posibles aglutinantes, particularmente aquellos basados en resinas orgánicas poliméricas (p.ej., resinas de poliuretano, epóxido, poliacrilato, etc.), ya que los aglutinantes citados por último, como han mostrado sorprendentemente las investigaciones de la solicitante, no posibilitan una incorporación homogénea satisfactoria a una matriz de plástico y además conducen a un deterioro significativo de las propiedades reológicas, particularmente la fluidez, de la matriz de plástico en su incorporación.

Según la presente invención, las partículas que contienen fibra de carbono según la invención se forman esencialmente libres de polvo, preferiblemente (completamente) libres de polvo. Por ello, las partículas que contienen fibra de carbono según la invención presentan frente a las fibras de carbono en forma sin aglutinante una manejabilidad significativamente mejorada en la preparación y uso. Particularmente, se evitan también riesgos para la salud debido a la formación de polvo en la preparación y procesamiento de forma más eficaz. Además, se evita también el riesgo de explosiones de polvo en el uso de las partículas que contienen fibra de carbono según la

invención; por tanto, no son necesarias en el uso de las partículas según la invención las costosas instalaciones de filtro como son obligadas en el uso de materiales aditivos en forma de polvo con tendencia a la formación de polvo. Además, se logra mediante la conformación libre de polvo una dosificabilidad así como eficacia de incorporación mejoradas en el uso de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, ya que no permanece ningún residuo en envases ni piezas de máquinas y se evita el escape de materiales aditivos en forma de polvo durante la dosificación en el marco del mezclado dispersivo.

Según la invención, puede preverse que las fibras de carbono dentro de las partículas presenten una orientación isotrópica y/o multidireccional y/o aleatoria. El término "isotrópico", como se usa en el marco de la presente invención, designa la independencia de una propiedad (en el presente caso la resistencia o rigidez de las fibras de carbono) de una dirección determinada. El término "multidireccional" designa la orientación en todas las direcciones espaciales, mientras que el término "aleatorio" designa la orientación estocástica o estadística, es decir no establecida desde fuera. Por tanto, las fibras de carbono dentro de una partícula individual presentan una pluralidad de diferentes orientaciones (espaciales) y no están todas dispuestas en una orientación única. Por la orientación isotrópica de las fibras de carbono dentro de las partículas individuales es también posible una distribución isotrópica y/o multidireccional posterior de las fibras de carbono dentro del material compuesto, particularmente del plástico, en que las fibras de carbono deben incorporarse por último. Consiguientemente, pueden obtenerse usando partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, materiales compuestos que presentan una mejora de las propiedades mecánicas, particularmente la rigidez y la resistencia a la tracción, en todas las direcciones. Sin embargo, puede preverse también que las fibras de carbono antes o durante la incorporación a la matriz de plástico se orienten monodireccionalmente, aunque es menos preferida dicha forma de realización según la invención. Según la invención, se prevé que las fibras de carbono se presenten como fibras de carbono recicladas. En este contexto, se prevé según la invención que las fibras de carbono recicladas se adquieran a partir de residuos de plástico reforzado con fibra de carbono (residuos de PRFC), particularmente pirolíticamente y/o mediante descomposición pirolítica de la matriz de plástico de los residuos de PRFC en un horno de pirólisis. La descomposición pirolítica de la matriz de plástico es esencialmente completa a este respecto, es decir, se obtienen después del reciclado exclusivamente fibras de carbono sin matriz de plástico. Se describe un procedimiento adecuado para la preparación de fibras de carbono recicladas, por ejemplo, en las publicaciones pertenecientes a la misma familia de patentes WO 2009/090264 A1, EP 2152487 B1 así como US 2010/189629 A1. Los residuos de plástico reforzados con fibra de vidrio utilizados para la preparación de las fibras de carbono recicladas (residuos de PRFC) se producen particularmente en la preparación de piezas de aviones y piezas de turbinas eólicas (p.ej., en forma de restos de corte). En el marco de la presente invención, pueden usarse sin embargo también piezas de plástico reforzadas con fibra de carbono (piezas de PRFC) que, a causa de roturas o fisuras dentro del material, deban desecharse. También pueden usarse como materiales de partida para la preparación de las fibras de carbono recicladas materiales que contienen PRFC o residuos de plástico que contienen PRFC basados en moldes para desechar, residuos de producción, prototipos, lotes defectuosos y los denominados componentes "de final de vida útil".

Las partículas según la invención de fibras de carbono recicladas tienen frente a las partículas de fibras de carbono primarias (designado como sinónimo también fibras de carbono brutas o fibras vírgenes) la ventaja de que las fibras de carbono recicladas presentan una mejor humectabilidad y por tanto una mejor incorporabilidad a la matriz de plástico. Sin desear limitarse a teoría determinada alguna, la mejor humectabilidad es el resultado de propiedades de superficie hidrófilas causadas por el procedimiento de pirólisis, así como por la superficie más rugosa de las fibras de carbono recicladas. Además, la preparación de fibras de carbono recicladas es claramente más barata de llevar a cabo debido al gasto de energía esencialmente menor en contraposición con la preparación de fibras primarias o brutas, de modo que las partículas que contienen fibra de carbono según la invención son obtenibles de forma más barata y por tanto con costes más económicos que las partículas que contienen fibra de carbono a partir de fibras primarias o brutas. Además, el uso de fibras de carbono recicladas de residuos de plástico reforzado con fibra de carbono (residuos de PRFC) tiene la ventaja de que estos residuos no se desechan costosamente ni deben almacenarse en vertederos.

Como se comprobó sorprendentemente por la solicitante en el marco de ensayos, las fibras recicladas ofrecen, debido a su mejor humectabilidad frente a fibras primarias, mejores resultados con relación a la incorporabilidad y la influencia sobre las propiedades reológicas, particularmente las propiedades de flujo, de la matriz de plástico.

En el marco de la presente invención, puede preverse particularmente que las partículas que contienen fibra de carbono se presenten en forma fluida o en forma de un material fluido. La fluidibilidad de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención garantiza una buena dosificabilidad e incorporabilidad, particularmente al evitar la adhesión de las partículas a las paredes del recipiente o piezas de máquina. Por tanto, se asegura que las partículas que contienen fibra de carbono según la invención puedan usarse también en dispositivos de mezclado dispersivo industriales y accionados continuamente, y puedan incorporarse constante y homogéneamente a la matriz de plástico, de modo que se obtengan materiales compuestos basados en plástico de calidad constante.

En general, la densidad aparente de las partículas según la invención, particularmente en forma de gránulo o pelete, puede variar en amplios intervalos. Particularmente, las partículas que contienen fibra de carbono presentan una densidad aparente en el intervalo de 150 a 750 g/l, particularmente en el intervalo de 175 a 700 g/l,

preferiblemente en el intervalo de 180 a 600 g/l. No obstante, puede ser necesario, dependiendo de la aplicación o en casos individuales, desviarse de los valores anteriormente citados, sin apartarse del marco de la presente invención.

5 Por lo que se refiere a la determinación de la densidad aparente, esta puede determinarse particularmente según la norma ASTM B527-93/00 o como alternativa según las normas ISO 697/EN ISO 60 o DIN 53468.

Debido a la densidad aparente relativamente alta de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, se rebajan particularmente los gastos de almacenamiento y transporte, ya que las partículas según la invención, particularmente peletes o gránulos, pueden transportarse y almacenarse en cantidades esencialmente mayores.

10 Según una forma de realización preferida, se prevé en el marco de la presente invención que las fibras de carbono se presenten en forma triturada, particularmente en forma troceada y/o molida. El troceamiento de las fibras de carbono puede realizarse en un dispositivo de corte en sí conocido por el experto habitual para ello, en el que el troceamiento puede llevarse a cabo básicamente mediante procedimientos en húmedo o en seco. Mediante trituración múltiple, particularmente troceamiento múltiple, las longitudes de fibra de las fibras de carbono pueden ajustarse a la longitud correspondiente. En este contexto, puede preverse que para la preparación de fibras de carbono molidas se usen fibras de carbono anteriormente troceadas; las fibras de carbono molidas pueden obtenerse mediante molienda de las fibras de carbono troceadas, particularmente usando un molino de martillos, molino de impacto con placa deflectora, molino de cesta con tamiz o similares.

20 De forma preferida según la invención, las fibras de carbono pueden presentar en las partículas que contienen fibra de carbono según la invención una longitud de fibra media en el intervalo de 0,1 a 5.000 μm , particularmente de 1 a 4.500 μm , preferiblemente de 10 a 4.000 μm , con preferencia de 50 a 3.500 μm , con especial preferencia de 75 a 3.250 μm . La longitud de fibra de las fibras de carbono en forma troceada es habitualmente mayor en este sentido que la longitud de fibra de las fibras de carbono en forma molida. Esto es sin embargo evidente para el experto.

25 Por lo que se refiere a las determinaciones de la longitud de fibra y del diámetro de fibra en general, pueden efectuarse estas mediante procedimientos familiares para el experto. Particularmente, pueden determinarse la longitud de fibra y el diámetro de fibra en general con un procedimiento de determinación basado en difracción de luz, particularmente difracción de rayos X, y/o difracción láser, o también microscopía óptica, microscopía electrónica o similares. Además, puede realizarse la determinación de las longitudes de fibra y diámetros de fibra en el intervalo milimétrico también mediante análisis granulométrico según la norma DIN 66165. Particularmente, los datos de dimensiones citados anteriormente se refieren a una estructura básica al menos esencialmente en forma de fibra. Además, se remite a las siguientes realizaciones para la determinación de dimensiones.

35 Además, puede preverse según la invención que las fibras de carbono presenten un diámetro de fibra medio en el intervalo de 0,1 a 100 μm , particularmente de 1 a 50 μm , preferiblemente de 2 a 25 μm , con preferencia de 3 a 15 μm , con especial preferencia de 4 a 10 μm . En este contexto, puede preverse según la invención que las fibras de carbono troceadas y/o molidas presenten un diámetro de fibra similar o comparable o idéntico. El diámetro de fibra puede establecerse particularmente mediante métodos de determinación de microscopía óptica y/o microscopía electrónica.

40 Según una forma de realización preferida, las partículas que contienen fibra de carbono pueden presentar el aglutinante basado en silano y/o siloxano en una cantidad de 0,1 a 40% en peso, particularmente de 0,5 a 30% en peso, preferiblemente de 1 a 20% en peso, con especial preferencia de 2 a 15% en peso, con muy especial preferencia de 3 a 10% en peso, referida a las partículas que contienen fibra de carbono. En el marco de la presente invención, debería usarse pues una cierta cantidad mínima de aglutinante que contiene silano y/o siloxano para unir o reticular las fibras de carbono individuales hasta peletes o gránulos estables; sin embargo, la cantidad de aglutinante no debería superar los límites superiores anteriormente citados para posibilitar una buena incorporación, particularmente a plásticos.

50 Además, las partículas que contienen fibra de carbono pueden presentar fibras de carbono en una cantidad de 60 a 99,9% en peso, particularmente de 70 a 99,5% en peso, preferiblemente de 80 a 99% en peso, con especial preferencia de 85 a 98% en peso, con muy especial preferencia de 90 a 97% en peso, referido a las partículas que contienen fibra de carbono. Como ya se ha citado anteriormente en relación con el aglutinante basado en silano y/o siloxano, la proporción de fibras de carbono en el marco de la presente invención no debería tampoco superar una cierta cantidad máxima, ya que de otro modo, debido a la alta proporción de fibras de carbono, no pueden obtenerse ya partículas estables; por otro lado, es necesaria una cierta cantidad mínima para alcanzar un efecto suficiente sobre la incorporación particularmente a plásticos.

55 Además, puede preverse que las partículas que contienen fibra de carbono presenten una pluralidad de fibras de carbono, particularmente al menos 10 fibras de carbono, preferiblemente al menos 25 fibras de carbono, con preferencia al menos 50 fibras de carbono, con especial preferencia al menos 75 fibras de carbono, con muy especial preferencia al menos 100 fibras de carbono por partícula.

En este contexto, puede preverse además que las partículas que contienen fibra de carbono presenten una pluralidad de fibras de carbono, particularmente de 10 a 1.000.000 de fibras de carbono, preferiblemente de 25 a 500.000 fibras de carbono, con preferencia de 50 a 100.000 fibras de carbono, con especial preferencia de 75 a 50.000 fibras de carbono, con muy especial preferencia de 100 a 10.000 fibras de carbono por partícula.

- 5 Por lo que se refiere al aglutinante basado en silano y/o siloxano, puede preverse en el marco de la presente invención que el aglutinante basado en silano y/o siloxano combina y/o une entre sí las fibras de carbono de una partícula individual, particularmente reticula entre sí y/o humedece, preferiblemente de forma resulten partículas y/o las fibras de carbono se combinen y/o unan respectivamente hasta partículas individuales. Mediante el empleo según la invención de aglutinante basado en silano y/o siloxano, se unen conjuntamente las fibras de carbono o se reticulan entre sí, de modo que se obtienen partículas estables, particularmente peletes o gránulos. Al mismo tiempo, el aglutinante basado en silano y/o siloxano posibilita sin embargo una disolución de la forma de pelete o gránulo en las fibras de carbono individuales en la adición a una masa de plástico fluida o licuada, de modo que se garantice una incorporación homogénea. Un prensado en seco de las fibras de carbono sin aglutinante hasta partículas individuales conduciría, aparte de a una estabilidad insuficiente de la partícula resultante, a un acortamiento indeseado significativo de la longitud o trituración de las fibras de carbono y por ello a los problemas mencionados anteriormente con relación al uso de altas fuerzas de cizallamiento.

Además, el aglutinante basado en silano y/o siloxano puede seleccionarse y/o conformarse particularmente de forma que sea capaz de conformar enlaces físicos y/o químicos, particularmente enlaces químicos, con una matriz de plástico.

- 20 En este contexto, puede preverse que el aglutinante basado en silano y/o siloxano (es decir, el silano y/o siloxano del aglutinante) presente al menos un grupo polar y/o hidrófilo que puede seleccionarse particularmente de grupos amino, grupos alcoxi, grupos ariloxi, grupos aralquiloxi, grupos hidroxilo, grupos tiol, halógenos, grupos ácido carboxílico, grupos éster de ácido carboxílico y/o grupos amonio, particularmente grupos amino y/o grupos hidroxilo, preferiblemente grupos amino primarios, grupos amino secundarios, grupos amino terciarios y/o grupos hidroxilo. Los grupos polares y/o hidrófilos del aglutinante basado en silano y/o siloxano garantizan una interacción con las fibras de carbono, de modo que resultan partículas estables, particularmente peletes o gránulos. Además, la interacción del aglutinante basado en silano y/o siloxano con la matriz de plástico del material compuesto posibilita una incorporación homogénea y estable de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención. Además, una adaptación de los grupos polares y/o hidrófilos del aglutinante basado en silano y/o siloxano a la matriz de plástico respectiva permite una configuración selectiva de las propiedades de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención con respecto a la matriz de plástico para utilizar respectiva, de modo que se garantiza siempre una incorporabilidad y distribución óptimas y homogéneas de las fibras de carbono dentro de la matriz de plástico. Por tanto, las partículas que contienen fibra de carbono pueden usarse universal e independientemente de la matriz de plástico respectiva.

- 35 Según una forma de realización preferida, puede preverse que el aglutinante basado en silano y/o siloxano sea o contenga al menos un alcóxililano, particularmente un alcóxililano que contiene al menos un grupo polar y/o hidrófilo, o su oligómero, en el que el grupo polar y/o hidrófilo puede seleccionarse particularmente de grupos amino, grupos alcoxi, grupos ariloxi, grupos aralquiloxi, grupos hidroxilo, grupos tiol, halógenos, grupos ácido carboxílico, grupos éster de ácido carboxílico y/o grupos amonio, particularmente grupos amino y/o grupos hidroxilo, preferiblemente grupos amino primarios, grupos amino secundarios, grupos amino terciarios y/o grupos hidroxilo.

Pueden obtenerse resultados especialmente buenos en el marco de la presente invención cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano es o contiene al menos un alcóxililano, particularmente un alcóxililano que contiene al menos un grupo amino, preferiblemente un aminoalquilalcoxililano, o su oligómero.

- 45 Además, puede preverse también que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contenga al menos una unidad derivada de 1,2-etilendiamina.

Además, puede preverse que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contenga al menos un grupo alcoxi, particularmente un grupo metoxi, etoxi o propoxi, preferiblemente en átomo de silicio.

- 50 Se utilizan preferiblemente según la invención silanos de bajo peso molecular o como mucho oligoméricos como aglutinante. El aglutinante basado en silano y/o siloxano puede presentar particularmente en tal caso (es decir, cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene un silano de bajo peso molecular o como mucho oligomérico o está compuesto por el mismo) un peso molecular en el intervalo de 100 a 10.000 g/mol, particularmente de 150 a 7.500 g/mol, preferiblemente de 175 a 5.000 g/mol, con especial preferencia de 200 a 2.500 g/mol. Se ha mostrado que se obtienen resultados especialmente buenos en el marco de la presente invención cuando el peso molecular del aglutinante basado en silano y/o siloxano en tal caso (es decir, cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene un silano de bajo peso molecular o como máximo oligomérico o está compuesto por el mismo) se encuentra en el intervalo anteriormente citado. Con referencia a la determinación del peso molecular, puede remitirse a métodos conocidos en general por el experto como la cromatografía de permeación de gel (GPC), particularmente la cromatografía de permeación de gel según la norma DIN 55672, con

preferencia usando poliestireno y/o polimetacrilato como patrón interno. En el caso de compuestos poliméricos, los datos de peso molecular anteriormente citados se refieren a datos de peso molecular medio, particularmente medio ponderado.

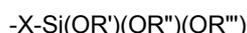
5 Se obtienen resultados especialmente buenos en el marco de la presente invención cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene o representa o está compuesto por al menos un compuesto de fórmula general (I)



o sus oligómeros,

10 en el que en la fórmula general (I) la variable n representa un número entero 1 a 10, preferiblemente 2, y los restos R^1 , R^2 , R^3 y R^4 designan independientemente entre sí hidrógeno o un resto orgánico, pero con la condición de que R^1 , R^2 , R^3 y R^4 no representen todos simultáneamente hidrógeno y/o que al menos un resto de R^1 , R^2 , R^3 y R^4 sea distinto de hidrógeno,

en el que el resto orgánico R corresponde a la fórmula general



15 en el que el resto X representa un resto orgánico divalente, particularmente un grupo alquileo, preferiblemente un grupo metileno, etileno, propileno o butileno, y los restos R' , R'' y R''' representan, independientemente entre sí respectivamente, un resto alquilo, particularmente un resto metilo, etilo o propilo, preferiblemente un resto metilo o etilo.

20 Según una forma de realización preferida adicional, puede preverse que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contenga al menos un (organo)siloxano, particularmente como se describe anteriormente, preferiblemente al menos un poli(organo)siloxano, o esté compuesto por el mismo.

25 Se prefieren polisiloxanos (es decir, sinónimo de poliorganosiloxanos), con preferencia poldimetilsiloxanos, con particular preferencia polisiloxanos o poldimetilsiloxanos reactivos y/o modificados configurados linealmente, con preferencia aquellos con grupos funcionales (p.ej. polares y/o hidrófilos), particularmente con grupos terminales funcionales, particularmente seleccionados de grupos amino, grupos alcoxi, grupos ariloxi, grupos aralquiloxi, grupos acriloxi, grupos hidroxilo, grupos tiol, halógenos, grupos ácido carboxílico, grupos éster de ácido carboxílico, grupos epóxido, grupos carbonilo, grupos (poli)éter, grupos (poli)éster y/o grupos amonio.

30 Son ejemplos no limitantes de (organo)siloxanos adecuados según la invención, p.ej., dicarboxilalquildimetilsiloxanos, diepoxialquildimetilsiloxanos, dihidroxialquildimetilsiloxanos, diacriloxialquildimetilsiloxanos, polisiloxanos organofuncionales lineales, (poli)siloxanos modificados con poliéster, polisiloxanos organofuncionales lineales con grupos amino, poldimetilsiloxanos aminoalquifuncionalizados, etc.

35 En el caso de que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contenga al menos un (organo)siloxano, particularmente como se describe anteriormente, preferiblemente al menos un poli(organo)siloxano, o esté compuesto por el mismo, se prefiere, cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano (es decir, así pues el (organo)siloxano, preferiblemente el poli(organo)siloxano) presenta un peso molecular en el intervalo de 500 a 100.000 g/mol, particularmente de 750 a 50.000 g/mol, preferiblemente de 1.000 a 25.000 g/mol, con especial preferencia de 1.250 a 15.000 g/mol. Se ha mostrado que se obtienen resultados especialmente buenos en el marco de la presente invención cuando el peso molecular del aglutinante basado en silano y/o siloxano en tal caso (es decir, cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene al menos un (organo)siloxano, particularmente como se describe anteriormente, preferiblemente al menos un poli(organo)siloxano) o está compuesto por el mismo) se encuentra en el intervalo anteriormente citado. Con respecto a la determinación del peso molecular, puede remitirse a métodos conocidos en general por el experto como la cromatografía de permeación de gel (GPC), particularmente la cromatografía de permeación de gel según la norma DIN 55672, con preferencia usando poliestireno y/o polimetacrilato como patrón interno. En el caso de compuestos poliméricos, los datos de peso molecular anteriormente citados se refieren a datos de peso molecular medio, particularmente medias numéricas.

40 Con preferencia, se utilizan en esta forma de realización (organo)siloxanos según la invención, particularmente oligoméricos o poliméricos o sus copoliésteres como aglutinante.

50 Se obtienen igualmente resultados especialmente buenos en el marco de la presente invención en esta forma de realización cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene o representa o está compuesto por al menos un compuesto de fórmula general (II)



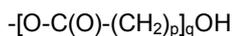
en el que en la fórmula general (II)

- la variable m representa un número entero de 1 a 75, particularmente de 5 a 50, preferiblemente de 7 a 45, con especial preferencia 15 a 35,

- las variables x e y, independientemente entre sí respectivamente, representan un número entero de 1 a 10, particularmente de 1 a 8, preferiblemente de 1 a 7, con preferencia de 1 a 4,

5 • los restos R⁵ y R⁸, independientemente entre sí respectivamente, designan hidrógeno o un resto orgánico, particularmente un resto arilo o un resto alquilo, particularmente un resto alquilo con 1 a 10 átomos de carbono, preferiblemente con 1 a 5 átomos de carbono,

10 • los restos R⁶ y R⁷, independientemente entre sí respectivamente, designan un grupo epóxido, un grupo amino, un resto arilo, un resto alquilo o un grupo poliéster, particularmente en el que el grupo poliéster corresponde a la fórmula general



en la que las variables p y q, independientemente entre sí respectivamente, representan un número entero de 1 a 50, particularmente de 2 a 40.

15 Se obtienen también resultados especialmente buenos cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano comprende una combinación de al menos un silano y al menos un siloxano, particularmente como se define anteriormente.

20 El uso del aglutinante basado en silano y/o siloxano, particularmente del tipo citado anteriormente y/o según las especificaciones y fórmulas anteriores, garantiza por un lado una buena unión o reticulación de las fibras de carbono individuales hasta partículas antes de la incorporación al plástico (es decir, en estado de gránulo o pelete) y por otro lado una buena incorporabilidad, de modo que resulta una distribución homogénea de las fibras de carbono dentro de la matriz de plástico del material compuesto.

25 Además, puede preverse según la invención que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contenga además al menos un agente de adhesión, particularmente seleccionado del grupo de resinas y/o ceras. Tal agente de adhesión, particularmente basado en resinas y/o ceras, tiene además la ventaja de que el agente de adhesión en la preparación de partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente gránulos o peletes, aparte de una adhesión de partida mejorada, actúa igualmente como un lubricante o deslizante (interno). La cantidad de agente de adhesión utilizada puede variar a este respecto en amplios intervalos; particularmente la cantidad de agente de adhesión utilizada, referida al aglutinante basado en silano y/o siloxano, puede variar en el intervalo de 0,01 a 80% en peso, particularmente de 0,1 a 50% en peso, preferiblemente de 1 a 30% en peso.

30 Además, puede preverse en el marco de la presente invención que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contenga además al menos otro coadyuvante; el coadyuvante puede seleccionarse particularmente del grupo de disolventes, agentes modificadores de la reología, antiespumantes, reguladores del pH, emulsionantes, humectantes, cargas y estabilizadores. Las sustancias anteriormente citadas sirven particularmente para adaptar las propiedades del aglutinante basado en silano y/o siloxano selectivamente a la matriz de plástico para usar respectivamente del material compuesto, así como a distintos usos del material compuesto.

35 En el contexto de la invención, se prefiere cuando las partículas que contienen fibra de carbono se presentan como peletes o gránulos. El uso de peletes o gránulos conduce a una elevación significativa de la densidad aparente frente al material de partida en forma de fibras de carbono, de modo que los costes de almacenamiento y transporte bajan claramente. Además, como ya se ha indicado anteriormente, se evita la formación de polvo en el almacenamiento, el transporte así como el procesamiento. Consiguientemente, puede omitirse el empleo de sistemas de filtro laboriosos y costosos en la preparación y procesamiento de las partículas según la invención, particularmente peletes o gránulos. Además, las partículas según la invención pueden utilizarse debido a la forma de pelete o gránulo, y por tanto debido al tamaño de material estandarizado, en dispositivos o sistemas de transporte, como por ejemplo transportadores de tornillo, etc. como se utilizan habitualmente en el marco del procedimiento de mezclado dispersivo.

Según una primera forma de realización especial de la presente invención, puede preverse por tanto que las partículas que contienen fibra de carbono se presenten en forma de gránulos.

50 Se obtienen resultados especialmente buenos cuando las partículas que contienen fibra de carbono se presentan en forma de gránulos de un diámetro en el intervalo de 0,1 a 40 mm, particularmente de 0,2 a 30 mm, preferiblemente de 0,4 a 20 mm, con preferencia de 0,5 a 10 mm, con muy especial preferencia de 0,75 a 6 mm. La determinación del diámetro puede determinarse particularmente usando análisis granulométrico, preferiblemente según la norma DIN 66165.

55 Además, puede preverse que las partículas que contienen fibra de carbono en forma de gránulos presenten una densidad aparente en el intervalo de 1 a 800 g/l, particularmente de 10 a 700 g/l, preferiblemente de 40 a 600 g/l, con preferencia de 70 a 500 g/l, con especial preferencia de 100 a 400 g/l, con muy especial preferencia de 175 a

300 g/l. En general, la determinación de la densidad aparente se realiza como se indica ya anteriormente.

Además, puede preverse en el marco de la presente invención que las partículas que contienen fibra de carbono en forma de gránulos contengan las fibras de carbono en forma molida. Las fibras de carbono molidas pueden obtenerse en el marco de la presente invención a partir de fibras de carbono anteriormente troceadas, en las que las fibras de carbono anteriormente troceadas pueden triturarse adicionalmente entonces mediante molienda, particularmente usando molinos como molinos de martillos, molinos de impacto con placa deflector, molinos de cesta con tamiz o similares.

Además, las fibras de carbono de las partículas que contienen fibra de carbono se presentan en forma de gránulos con una longitud de fibra media en el intervalo de 0,1 a 1.000 μm , particularmente de 1 a 800 μm , preferiblemente de 5 a 500 μm , con preferencia de 10 a 400 μm , con especial preferencia de 25 a 300 μm , con muy especial preferencia de 50 a 250 μm , con aún más preferencia de 75 a 150 μm . Para la determinación de la longitud de fibra puede remitirse a realizaciones anteriores.

Además, puede preverse que las fibras de carbono de las partículas que contienen fibra de carbono se presenten en forma de gránulos de un diámetro de fibra medio en el intervalo de 0,1 a 100 μm , particularmente de 1 a 50 μm , preferiblemente de 2 a 25 μm , con preferencia de 3 a 15 μm , con especial preferencia de 4 a 10 μm . Con referencia a la determinación del diámetro de fibra, puede remitirse a realizaciones anteriores.

Según otra forma de realización alternativa, puede preverse que las partículas que contienen fibra de carbono se presenten en forma de peletes, preferiblemente con una forma al menos esencialmente cilíndrica. Como ya se ha indicado anteriormente, mediante la peletización y la elevación acompañante de la densidad aparente y la evitación de la formación de polvo, pueden tanto reducirse los gastos de almacenamiento y transporte como mejorarse la manejabilidad y dosificabilidad.

En este contexto, puede preverse que las partículas que contienen fibra de carbono se presenten en forma de peletes de un diámetro en el intervalo de 0,5 a 50 mm, particularmente de 1 a 40 mm, preferiblemente de 2 a 25 mm, con preferencia de 3 a 10 mm, con especial preferencia de 4 a 8 mm. La determinación del diámetro de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención en forma de peletes puede llevarse a cabo particularmente mediante análisis granulométrico según la norma DIN 66165.

Además, puede preverse que las partículas que contienen fibra de carbono se presenten en forma de peletes de una longitud en el intervalo de 0,5 a 50 mm, particularmente de 1 a 40 mm, preferiblemente de 2 a 25 mm, con preferencia de 3 a 10 mm, con especial preferencia de 4 a 8 mm. La determinación de la longitud de los peletes es igualmente posible mediante el análisis granulométrico descrito anteriormente.

Además, puede preverse que las partículas que contienen fibra de carbono en forma de peletes presenten una densidad aparente en el intervalo de 1 a 1.000 g/l, particularmente de 10 a 800 g/l, preferiblemente de 100 a 700 g/l, con preferencia de 200 a 600 g/l, con especial preferencia de 300 a 500 g/l y con muy especial preferencia de 350 a 475 g/l. Para la determinación de la densidad aparente, puede remitirse a realizaciones anteriores.

Se obtienen resultados especialmente buenos en el marco de la presente invención cuando las partículas que contienen fibra de carbono en forma de peletes contienen las fibras de carbono en forma troceada. El troceamiento de las fibras de carbono puede realizarse mediante una máquina de corte en sí conocida por el experto habitual para ello, particularmente mediante procedimiento en húmedo o en seco. Mediante un troceamiento múltiple, pueden ajustarse las longitudes de fibra deseadas.

Además, puede preverse que las partículas que contiene fibra de carbono en forma de peletes presenten las fibras de carbono con una longitud de fibra media en el intervalo de 0,01 a 100 mm, particularmente de 0,1 a 50 mm, preferiblemente de 0,2 a 25 mm, con preferencia de 0,5 a 15 mm, con especial preferencia de 1 a 10 mm y con muy especial preferencia de 2 a 5 mm. La determinación de la longitud de fibra media puede realizarse mediante los métodos anteriormente descritos.

Además, puede preverse que las fibras de carbono de las partículas que contienen fibra de carbono en forma de peletes presenten un diámetro de fibra medio en el intervalo de 0,1 a 50 mm, preferiblemente de 0,2 a 25 mm, con preferencia de 0,5 a 15 mm, con especial preferencia de 1 a 10 mm, con muy especial preferencia de 2 a 5 mm. La determinación del diámetro de fibra puede realizarse mediante métodos de determinación como se indican anteriormente.

Es otro objeto de la presente invención, según un segundo aspecto de la presente invención, un procedimiento para la preparación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, en el que las fibras de carbono, particularmente en forma triturada, se ponen en contacto en primer lugar con al menos un aglutinante basado en silano y/o siloxano y a continuación se moldean las fibras de carbono puestas en contacto con el aglutinante basado en silano y/o siloxano hasta partículas discretas,

en el que las fibras de carbono se presentan como fibras de carbono recicladas, en las que las fibras de carbono recicladas se consiguen a partir de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC) pirolíticamente y/o mediante

degradación pirolítica de la matriz de plástico.

5 En el contexto del procedimiento según la invención, se prevé según una forma de realización preferida utilizar las fibras de carbono en forma troceada y/o molida. Según la forma deseada de las fibras de carbono, se realiza o bien una granulación o una peletización. Con el empleo de fibras de carbono en forma troceada, se lleva a cabo con preferencia una peletización, mientras que las fibras de carbono en forma molida con preferencia se granulan.

10 Además, se prevé en el marco del procedimiento según la invención según una forma de realización preferida obtener las partículas en forma de peletes o gránulos o en el que el moldeo de partículas discretas se realice mediante peletización o granulación. Como ya se ha indicado anteriormente, se deducen de la peletización o granulación ventajas respecto al almacenamiento, la manejabilidad así como la dosificabilidad. El procedimiento según la invención puede llevarse a cabo en máquinas de peletización comerciales y tambores de granulación comerciales.

15 Se obtienen resultados especialmente buenos en el marco del procedimiento según la invención cuando el aglutinante basado en silano y/o siloxano se utiliza en una cantidad de 0,1 a 40% en peso, particularmente de 0,5 a 30% en peso, preferiblemente de 1 a 20% en peso, con especial preferencia de 2 a 15% en peso, con muy especial preferencia de 3 a 10% en peso, referido a las partículas que contienen fibra de carbono resultantes.

Además, puede preverse en el marco del procedimiento según la invención que las partículas discretas se sequen y/o endurezcan por último. El secado y/o endurecimiento garantizan la eliminación de posibles disolventes que pueden estar contenidos en el aglutinante basado en silano y/o siloxano, e impiden de este modo las posibles impurezas de la matriz de plástico así como la adherencia de las partículas después de la preparación.

20 Para otras realizaciones de este aspecto según la invención, puede remitirse a las realizaciones anteriores de partículas que contienen fibra de carbono según la invención, que se aplican correspondientemente con relación a este aspecto según la invención.

25 Finalmente, es un objeto adicional de la presente invención, según un tercer aspecto de la presente invención, el uso de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención particularmente para plásticos, materiales de construcción o sistemas cementosos.

30 Puede preverse en el marco de la presente invención usar particularmente partículas que contienen fibra de carbono para la preparación de plásticos que contienen fibra de carbono. En el marco de la presente invención, pueden utilizarse con preferencia plásticos termoplásticos, mezclas de plásticos termoplásticos así como plásticos duroplásticos. El plástico puede seleccionarse particularmente del grupo de resinas de policarbonato, resinas de poliamida, resinas de poliéster saturado, resinas de poliuretano, resinas de poliacetil, resinas de polisulfona, resinas de polietersulfona (PES), resinas de poli(sulfuro de fenileno) (PPS), resinas de poliestireno (PS), resinas de poliolefina, resinas de poli(cloruro de vinilo), resinas de polieteretercetona (PEEK), resinas de polieterimida (PEI), resinas de poli(óxido de arileno), resinas de poliamidimida, resinas de poliacrilato, resinas de polimida así como sus mezclas y combinaciones.

35 En este contexto, puede preverse particularmente que las partículas que contienen fibra de carbono según la invención se prevean para mezclado dispersivo, particularmente para incorporación a plásticos. Particularmente, puede lograrse mediante la incorporación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención un acabado de los plásticos y/o particularmente una mejora de las propiedades mecánicas.

40 Para otras realizaciones de este aspecto según la invención, puede remitirse a las realizaciones anteriores de ambos aspectos de la invención restantes, que se aplican correspondientemente con respecto a este aspecto según la invención.

45 Las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, el procedimiento según la invención para su preparación así como su uso según la invención poseen una serie de ventajas que caracterizan las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, el procedimiento para su elaboración así como su uso frente al estado de la técnica:

Las partículas que contienen fibra de carbono según la invención presentan una excelente manejabilidad, ya que están al menos esencialmente libres de polvo y por tanto no deben afectarse por medidas de protección laboriosas y costosas en forma de sistemas de filtro en la preparación y uso de las partículas según la invención, particularmente peletes o gránulos.

50 Además, las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, presentan una alta fluidez y fluidibilidad y por tanto una buena dosificabilidad, por lo que consiguientemente pueden utilizarse en dispositivos de alimentación y mezclado automatizados del estado de la técnica en el marco del procedimiento de mezclado intensivo sin problemas.

55 Asimismo, las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, pueden incorporarse bien a la matriz de plástico, de modo que se garantiza una distribución homogénea y por

tanto una calidad constante del material compuesto. Por tanto, se evita eficazmente un empeoramiento de la calidad a causa de una distribución no homogénea de las fibras de carbono en la matriz de plástico.

5 Además, debido a la orientación multidireccional o isotrópica o aleatoria de las fibras de carbono dentro de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, es posible preparar materiales compuestos con fibras de carbono con orientación multidireccional mediante mezclado dispersivo. Por tanto, pueden obtenerse propiedades mecánicas constantes, particularmente con respecto a la resistencia y rigidez, en todas las direcciones del material compuesto resultante.

10 Además, puede conseguirse mediante la orientación multidireccional de las fibras de carbono dentro del material compuesto una resistencia a impactos aumentada ya que, sin limitarse a teoría determinada alguna, la estructura de tipo esquelética del conjunto de fibras de carbono que se produce por orientación multidireccional recibe la energía del impacto y es capaz de distribuirla por el material compuesto resultante.

15 Mediante el uso de un aglutinante basado en silano y/o siloxano para la preparación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes y gránulos, se obtienen partículas estables mediante la reticulación o unión de las fibras de carbono entre sí. Sin embargo, esta reticulación o unión de las fibras de carbono puede romperse fácilmente en la incorporación de las partículas según la invención a plásticos licuados o fluidos, de modo que resulta una incorporación homogénea de las fibras de carbono usando las partículas según la invención. El aglutinante basado en silano y/o siloxano es además universalmente compatible con respecto al plástico y no conduce particularmente a ninguna perturbación de la matriz resultante.

20 Además, las partículas que contienen carbono según la invención pueden prepararse extremadamente baratas, ya que se usan como producto de partida fibras de carbono recicladas. Estas pueden prepararse de forma significativamente más barata debido al reciclado de consumo de energía esencialmente menor, que necesita menos de una décima parte de la energía para la preparación de fibras de carbono primarias, así como de residuos de plástico reforzado con fibra de carbono (residuos de PRFC) obtenibles a bajo coste, que las fibras de carbono primarias.

25 Además, se evita mediante el reciclado un impacto medioambiental por cantidades cada vez mayores de residuos de plástico reforzado con fibra de carbono (residuos de PRFC), que se producen particularmente en forma de piezas defectuosas y recortes en la producción de piezas de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC), así como en la eliminación de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC).

30 Asimismo, se ha encontrado sorprendentemente que las partículas que contienen carbono según la invención basadas en fibras de carbono recicladas, particularmente fibras de carbono recicladas mediante pirólisis (con materiales de plástico que contienen PRFC como materiales de partida), en comparación con partículas que contienen carbono según la invención basadas en fibras de carbono primarias, presentan una incorporabilidad mejor en plásticos y una humectabilidad mejor; a este respecto, puede remitirse a las realizaciones anteriores.

35 Además, en la incorporación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, no se realiza al menos esencialmente ningún cambio de las propiedades de flujo del plástico correspondiente, aunque se obtiene una fuerte influencia negativa sobre las propiedades de flujo en el estado de la técnica. Por tanto, en la incorporación de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención, particularmente peletes o gránulos, no se realiza al menos esencialmente ninguna influencia negativa sobre el procesamiento posterior de los materiales compuestos, particularmente por moldeo por inyección o similares, como es el caso sin embargo en el estado de la técnica.

40 Finalmente, es también posible la incorporación a aglutinantes hidráulicos, como cemento, aglutinante mixto, cal hidráulica (Trass), aglutinante de enlucido y aglutinante de albañilería basados en cemento/acriilo, yeso o similares, que se endurecen con aire así como agua. Por tanto, las partículas que contienen fibra de carbono según la invención pueden usarse para el reforzamiento de una pluralidad de matrices y presentan consiguientemente una aplicabilidad universal.

45 Se deducen otras ventajas, propiedades, aspectos y rasgos de la presente invención a partir de la siguiente descripción de los ejemplos de realización preferidos representados en los dibujos. Los rasgos descritos anteriormente y/o divulgados en las reivindicaciones y/o en la descripción de figuras siguiente pueden combinarse también entre sí si es necesario, aunque esto no se describa expresamente con detalle.

50 Se muestra:

en la Fig. 1 un desarrollo esquemático del procedimiento de preparación según la invención para partículas que contienen fibra de carbono según una forma de realización preferida del procedimiento según la invención;

en la Fig. 2A una representación esquemática de partículas que contienen fibra de carbono según la invención en forma de peletes según una forma de realización preferida de la invención;

55 en la Fig.2B una representación esquemática de partículas que contienen fibra de carbono según la invención en

forma de gránulos según una forma de realización preferida de la invención.

La Fig. 1 muestra esquemáticamente, según una forma de realización preferida de la invención, un desarrollo del procedimiento según la invención para la preparación de partículas que contienen fibra de carbono según la presente invención. En la etapa 1, se proporcionan en primer lugar las fibras de carbono utilizadas según la invención, que en una etapa 2 siguiente experimentan una trituración, particularmente mediante troceamiento y/o molienda, antes ponerse en contacto en la etapa 3 con al menos un aglutinante basado en silano y/o siloxano, particularmente como se define anteriormente. A continuación, se realiza en la etapa 4 el moldeo hasta peletes o gránulos, es decir una peletización o granulación. Finalmente puede conectarse una etapa de secado 5.

La Fig. 2A muestra esquemáticamente partículas que contienen fibra de carbono según la invención en forma de peletes cilíndricos 6, que están compuestos por fibras de carbono individuales 7 que están unidas mediante un aglutinante basado en silano y/o siloxano.

La Fig. 2B muestra esquemáticamente una forma de realización en que las partículas que contienen fibra de carbono según la invención se presentan en forma de gránulos en forma de grano 6' de fibras de carbono individuales 7'.

En el marco de la presente invención, se combinan por tanto preferiblemente fibras de carbono individuales trituradas hasta partículas que contienen fibra de carbono, particularmente en forma de peletes o gránulos, lo que se realiza en el marco de la presente invención usando un aglutinante basado en silano y/o siloxano; de este modo pueden proporcionarse partículas estables basadas en fibra de carbono que pueden incorporarse sin más como materiales aditivos o aditivos a plásticos de distintos tipos, particularmente mediante mezclado dispersivo. Las partículas según la invención posibilitan de forma completamente sorprendente una incorporación homogénea a distintos plásticos. Las partículas que contienen fibra de carbono según la invención están particularmente ligadas a la ventaja de que no deterioran, o al menos no esencialmente, las propiedades reológicas, particularmente las propiedades de flujo de los plásticos a que se incorporan.

Mediante la conformación libre de polvo y fluida de las partículas que contienen fibra de carbono según la invención se logra una manejabilidad significativamente mejorada en la preparación y aplicación. Se mejoran particularmente en la aplicación la dosificabilidad así como la eficacia de incorporación de forma significativa.

En el marco de la presente invención, se tiene éxito por tanto por primera vez en evitar o al menos atenuar esencialmente de forma eficaz las desventajas acompañantes de la incorporación de fibras de carbono en el estado de la técnica.

Se obtienen propiedades especialmente buenas cuando se utilizan fibras de carbono recicladas según la invención. Dichas fibras de carbono recicladas pueden conseguirse por ejemplo a partir de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC), particularmente mediante pirólisis. Dichas fibras de carbono recicladas presentan en la incorporación a plástico un comportamiento especialmente ventajoso, particularmente con respecto a la incorporación homogénea y las propiedades reológicas de los materiales compuestos resultantes.

Son reconocibles y realizables otras configuraciones, modificaciones y variaciones de la presente invención para el experto tras la lectura de la descripción sin más, sin apartarse por ello del marco de la presente invención.

La presente invención se ilustra mediante los siguientes ejemplos de realización, que sin embargo no deben limitar la presente invención.

Ejemplos de realización:

Se describen las ventajas especiales de la invención a continuación como ejemplo de preparación e incorporación de peletes de fibra de carbono y gránulos de fibra de carbono a plásticos.

1. Preparación de peletes y gránulos que contienen fibra de carbono

Se utilizan como materiales de partida para la preparación de los peletes y gránulos que contienen fibra de carbono por un lado fibras de carbono primarias sin agente de apresto (es decir, fibras de carbono brutas o fibras vírgenes) y por otro lado fibras de carbono recicladas.

Se usan como fibras de carbono primarias fibras de carbono de tipo Panex® 35 de Zoltek Companies Inc., St. Louis, Estados Unidos.

Las fibras recicladas se obtienen a partir de residuos de plásticos reforzados con fibra de carbono (residuos de PRFC), que se producen por ejemplo en la construcción de aviones (p.ej., alas de aviones) o en turbinas eólicas (p.ej., molinos de viento), en las que el reciclado se lleva a cabo correspondientemente a los procedimientos descritos en los documentos pertenecientes a la misma familia de patentes WO 2009/092064 A1, EP 2152487 B2 así como US 2010/189629 A1. Con este fin, se someten residuos de PRFC a un tratamiento térmico o pirolítico en un horno de pirólisis, en que la matriz de plástico se elimina pirolíticamente de modo que al final del proceso

resulten fibras de carbono recicladas puras, es decir libres de plástico.

5 La trituración de las fibras de carbono se realiza habitualmente mediante troceamiento (chopping) en un dispositivo de corte en sí conocido por el experto habitual para ello, en el que puede realizarse la trituración básicamente en un procedimiento en húmedo o en seco. Mediante trituración múltiple, particularmente troceamiento múltiple, se ajustan las longitudes de fibra deseadas, como se especifican con detalle a continuación.

10 Para la preparación de peletes basta en general un troceamiento doble de las fibras de partida para ajustar la longitud de fibra deseada, mientras que para la preparación de gránulos las fibras de carbono anteriormente trituradas, particularmente troceadas, experimentan a continuación un proceso de molienda (Milling), particularmente usando molinos como molinos de martillos, molinos de impacto con placa deflectora, molinos de cesta con tamiz o similares, de modo que resultan longitudes de fibra extremadamente cortas, como se especifican igualmente a continuación.

15 Basándose en el proceso de trituración descrito anteriormente, pueden ajustarse o por así decir personalizarse las longitudes de las fibras de carbono a la especificación deseada. Las fibras de carbono recicladas trituradas con medidas adecuadas están no obstante también disponibles comercialmente, por ejemplo en ELG Carbon Fibre Limited, Coseley, Reino Unido.

La especificación de las fibras de carbono trituradas respectivas que se usan para la preparación de las partículas que contienen fibra de carbono en forma de peletes o gránulos en el marco de la presente invención se da en la siguiente tabla 1.

Tabla 1: Especificación de las fibras de carbono utilizadas

Fibras de carbono	Tipo de trituración	Longitud de fibra	Diámetro de fibra medio
Fibras primarias ^{1*}	Troceamiento	10-20 mm (nominal)	7-8 µm
Fibras primarias ^{2*}	Troceamiento y molienda	80-120 µm (media)	7-8 µm
Fibras recicladas ¹	Troceamiento	5-20 mm (nominal)	7-8 µm
Fibras recicladas ²	Troceamiento y molienda	80-120 µm (media)	7-8 µm
¹ Fibras de carbono para la preparación de peletes. ² Fibras de carbono para la preparación de gránulos. *Comparación			

20 a) Preparación de peletes que contienen fibra de carbono

Se mezclan las fibras de carbono trituradas mediante troceamiento especificadas anteriormente en una instalación de acondicionamiento respectivamente con aproximadamente 6% en peso, referido a la cantidad de fibras de carbono utilizadas, de un aglutinante, particularmente pulverizado, y a continuación se procesan en una máquina de peletización de forma en sí conocida por el experto hasta peletes con dimensiones de aproximadamente 5 mm x 5 mm (diámetro de pelete x longitud de pelete). Después de secado opcional a 120 °C durante aproximadamente 1 hora, se obtienen los peletes que contienen fibra de carbono. Se utilizan como aglutinante como alternativa por un lado un aglutinante basado en silano (según la invención; alcoxisilano, particularmente aminoalcoxisilano, preferiblemente basado en una mezcla disponible comercialmente de aminoalquilmetoxisilano, N,N-bis(3-(trimetilsiloxi)propil)-1,2-etanodiamina y N,N'-bis(3-(trimetilsiloxi)propil)-1,2-etanodiamina, p.ej. Xiameter® de Dow Corning), un aglutinante basado en siloxano (según la invención; polisiloxano, particularmente basado en un polisiloxano modificado con poliéster disponible comercialmente o polidimetilsiloxano aminoalquilfuncionalizado, p.ej. Tegomer® de Evonik Industries AG) y un aglutinante basado en silano y siloxano (según la invención; mezcla de alcoxisilano anteriormente citado y polisiloxano anteriormente citado) en parte junto o en mezcla con un agente de adhesión basado en cera, así como por otro lado respectivamente aglutinante basado en resinas orgánicas poliméricas (no según la invención; resina epoxídica, resina de poliuretano, resina de poliacrilato).

Se obtienen respectivamente peletes de la siguiente especificación según la siguiente tabla 2.

Tabla 2: Propiedades de peletes que contienen fibra de carbono

Diámetro de peletes	5 mm
Longitud media de peletes	5 mm
Diámetro de fibra medio de las fibras de carbono	7-8 µm
Longitud de fibra de las fibras de carbono	3-8 mm
Densidad aparente de los peletes	400-450 g/l
Cantidad de aglutinante en los peletes	Aprox. 6% en peso

b) Preparación de gránulos que contienen fibra de carbono

Se mezclan las fibras de carbono trituradas mediante troceamiento y molienda anteriormente especificadas en un tambor de granulación móvil respectivamente con aproximadamente 6% en peso, referido a la cantidad de fibras de carbono utilizadas, de un aglutinante, particularmente pulverizado, y a continuación se procesan en una máquina de granulación de modo en sí conocido por el experto hasta gránulos con diámetros de aproximadamente 1 a 8 mm. Después de secado opcional a 120 °C durante aproximadamente 1 hora, se obtienen gránulos que contienen fibra de carbono. Se utilizan como aglutinante como alternativa por un lado un aglutinante basado en silano (según la invención; alcoxisilano, particularmente aminoalcoxisilano, preferiblemente basado en una mezcla disponible comercialmente de aminoalquilmetoxisilano, N,N-bis(3-(trimetilsiloxi)propil)-1,2-etanodiamina y N,N'-bis(3-(trimetilsiloxi)propil)-1,2-etanodiamina, p.ej. Xiameter® de Dow Corning), un aglutinante basado en siloxano (según la invención; polisiloxano, particularmente basado en un polisiloxano modificado con poliéster disponible comercialmente o polidimetilsiloxano aminoalquilfuncionalizado, p.ej. Tegomer® de Evonik Industries AG) y un aglutinante basado en silano y siloxano (según la invención; mezcla de alcoxisilano anteriormente citado y polisiloxano anteriormente citado) en parte junto o en mezcla con un agente de adhesión basado en cera, así como por otro lado respectivamente aglutinante basado en resinas orgánicas poliméricas (no según la invención; resina epoxídica, resina de poliuretano, resina de poliacrilato).

Se obtienen respectivamente gránulos de la siguiente especificación según la siguiente tabla 3.

Tabla 3: Propiedades de gránulos que contienen fibra de carbono

Diámetro de gránulo	1-8 mm
Diámetro de fibra medio de las fibras de carbono	7-8 µm
Longitud media de fibra de las fibras de carbono	80-120 µm
Densidad aparente de los gránulos	200-250 g/l
Cantidad de aglutinante en los gránulos	Aprox. 6% en peso

c) Revisión de los peletes y gránulos preparados

Se resumen en la siguiente tabla 4 los peletes y gránulos preparados con el procedimiento anteriormente descrito.

Tabla 4: Peletes y gránulos preparados

Número	Forma	Fibras de carbono	Aglutinante
a1	Peletes	Fibras primarias	Aglutinante basado en silano
a2*	Peletes	Fibras recicladas	Aglutinante basado en silano
a2.1	Peletes	Fibras primarias	Aglutinante basado en siloxano
a2.2*	Peletes	Fibras recicladas	Aglutinante basado en siloxano
a2.3	Peletes	Fibras primarias	Aglutinante basado en silano y siloxano
a2.4*	Peletes	Fibras recicladas	Aglutinante basado en silano y siloxano
a2.5*	Peletes	Fibras recicladas	Aglutinante basado en silano y siloxano con 10% de agente de adhesión (cera)
a3	Peletes	Fibras recicladas	Resina epoxídica
a4	Peletes	Fibras recicladas	Resina de poliuretano
a5	Peletes	Fibras recicladas	Resina de poliacrilato
b1	Gránulos	Fibras primarias	Aglutinante basado en silano
b2*	Gránulos	Fibras recicladas	Aglutinante basado en silano
b2.1	Gránulos	Fibras primarias	Aglutinante basado en siloxano
b2.2*	Gránulos	Fibras recicladas	Aglutinante basado en siloxano
b2.3	Gránulos	Fibras primarias	Aglutinante basado en silano y siloxano
b2.4*	Gránulos	Fibras recicladas	Aglutinante basado en silano y siloxano

Número	Forma	Fibras de carbono	Aglutinante
b2.5*	Gránulos	Fibras recicladas	Aglutinante basado en silano y siloxano con 10% de agente de adhesión (cera)
b3	Gránulos	Fibras recicladas	Resina epoxídica
b4	Gránulos	Fibras recicladas	Resina de poliuretano
b5	Gránulos	Fibras recicladas	Resina de poliácrlato
*según la invención			

2. Incorporación de peletes y gránulos que contienen fibras de carbono a plásticos (mezclado dispersivo)

Se examina la incorporabilidad así como la influencia de los gránulos y peletes sobre materiales compuestos (plásticos compuestos) mediante policarbonato (PC) como matriz de plástico. Los gránulos y peletes anteriormente preparados pueden sin embargo introducirse también en otros plásticos termoplásticos y duroplásticos, como polieterecetonona (PEEK), politetrafluoroetileno (PTFE), poliuretano (PUR), resina de metacrilato (MMA) etc.

En el policarbonato (PC), se incorporan homogéneamente a un mezclador dispersivo de tornillo en sí conocido por el experto habitual para ello aproximadamente a respectivamente un 10% en peso referido a la cantidad utilizada de policarbonato (PC) los peletes o gránulos que contienen fibra de carbono anteriormente especificados, de modo que se obtiene un material compuesto (plástico compuesto) que contiene fibra. Como comparación, se incorporan igualmente las fibras de carbono trituradas usadas para la preparación de peletes y gránulos. Para cada uno de estos materiales compuestos obtenidos de este modo se determina respectivamente el índice de fluidez volumétrica (MVR) según la norma ISO 1133.

Se resumen los resultados obtenidos en la Tabla 5, en la que se da el cambio del valor de MVR en porcentaje en comparación con el valor de MVR de partida del policarbonato (PC) puro usado sin fibras:

Tabla 5: Influencia del índice de fluidez volumétrica (MVR) para los materiales compuestos

Número	Forma	Fibras de carbono	Influencia del MVR [cm ³ /10min] en %
		Fibras recicladas (troceadas)**	-41%
		Fibras recicladas (troceadas y molidas)**	-40%
		Fibras primarias (troceadas)**	-49%
		Fibras primarias (troceadas y molidas)**	-46%
a1	Peletes	Fibras primarias (troceadas)	-4%
a2*	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-2%
a2.1	Peletes	Fibras primarias (troceadas)	-8%
a2.2*	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-6%
a2.3	Peletes	Fibras primarias (troceadas)	-4%
a2.4*	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-2%
a2.5*	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-1%
a3	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-30%
a4	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-27%
a5	Peletes	Fibras recicladas (troceadas)	-20%
b1	Gránulos	Fibras primarias (troceadas y molidas)	-3%
b2*	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-1%
b2.1	Gránulos	Fibras primarias (troceadas y molidas)	-9%
b2.2*	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-6%
b2.3	Gránulos	Fibras primarias (troceadas y molidas)	-5%
b2.4*	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-3%

Número	Forma	Fibras de carbono	Influencia del MVR [cm ³ /10min] en %
b2.5*	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-2%
b3	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-29%
b4	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-25%
b5	Gránulos	Fibras recicladas (troceadas y molidas)	-20%
* según la invención ** sin aglutinante			

5 Se ha encontrado sorprendentemente que las propiedades reológicas, particularmente las propiedades de flujo del policarbonato (PC), permanecen al menos esencialmente sin afectar por la incorporación de los peletes y gránulos que contienen fibra de carbono según la invención, mientras que la incorporación de fibras de carbono troceadas o molidas (es decir, no en forma de pelete o gránulo) rebaja significativamente la velocidad de flujo del policarbonato. Se obtuvo igualmente una rebaja significativa de la velocidad de flujo del policarbonato (PC) cuando se utilizan como aglutinante resina epoxídica, resina de poliuretano y resina de poliacrilato (no según la invención). Una rebaja significativa de la velocidad de flujo del material compuesto (plástico compuesto) empeora sin embargo su procesamiento posterior, particularmente en procedimientos de moldeo por inyección o similares.

10 Además, los peletes y gránulos de fibras de carbono recicladas muestran una influencia menor sobre la velocidad de flujo del policarbonato (PC) en comparación con peletes y gránulos de fibras primarias. Sin limitarse a teoría determinada alguna, la mejor humectabilidad se atribuye a las propiedades de superficie hidrófilas o captadoras de agua, así como a la estructura de superficie más rugosa de las fibras de carbono obtenidas mediante reciclado.

15 El uso de un agente de adhesión adicional basado en cera en el aglutinante no solo no tiene una influencia negativa con relación al comportamiento de procesamiento de los peletes o gránulos según la invención, sino que mejora aún más la velocidad de rendimiento en la preparación de peletes y gránulos según la invención (respectivamente aproximadamente un 35% de ahorro de tiempo en la preparación).

20 Por tanto, el uso de un aglutinante basado en silano y/o siloxano en el marco de la presente invención garantiza una reticulación suficiente de las fibras de carbono en peletes o gránulos, que no solo presentan una buena manejabilidad y dosificabilidad, sino que también permiten una incorporación homogénea a la matriz de plástico. Además, se evita una rebaja significativa de la velocidad de flujo de la matriz de plástico, que empeora el procesamiento posterior, en la incorporación de los gránulos y peletes que contienen fibra de carbono según la invención.

REIVINDICACIONES

1. Partículas que contienen fibra de carbono, preferiblemente en forma de gránulos o peletes, particularmente para la preparación de materiales que contienen fibra de carbono, preferiblemente plásticos que contienen fibra de carbono,
- 5 en las que las partículas que contienen fibra de carbono contienen
- fibras de carbono, particularmente en forma triturada, y
 - al menos un aglutinante basado en silano y/o siloxano,
- en las que las fibras de carbono se presentan como fibras de carbono recicladas, en las que las fibras de carbono recicladas se consiguen a partir de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC) pirolíticamente o mediante degradación pirolítica de la matriz de plástico.
- 10 2. Partículas que contienen fibra de carbono según la reivindicación 1, en las que las partículas que contienen fibra de carbono se presentan en forma de un material fluido o de forma fluida.
3. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones anteriores, en las que las partículas que contienen fibra de carbono presentan una densidad aparente en el intervalo de 150 a 750 g/l, particularmente de 175 a 700 g/l y preferiblemente de 180 a 600 g/l.
- 15 4. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones anteriores, en las que las fibras de carbono presentan una longitud media de fibra en el intervalo de 0,1 a 5.000 µm, particularmente de 1 a 4.500 µm, preferiblemente de 10 a 4.000 µm, con preferencia de 50 a 3.500 µm y con especial preferencia de 75 a 3.250 µm.
- 20 5. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones anteriores, en las que las fibras de carbono presentan un diámetro de fibra medio en el intervalo de 0,1 a 100 µm, particularmente de 1 a 50 µm, preferiblemente de 2 a 25 µm, con preferencia de 3 a 15 µm y con especial preferencia de 4 a 10 µm.
- 25 6. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones anteriores, en las que las partículas que contienen fibra de carbono presentan el aglutinante basado en silano y/o siloxano en una cantidad de 0,1 a 40% en peso, particularmente de 0,5 a 30% en peso, preferiblemente de 1 a 20% en peso, con especial preferencia de 2 a 15% en peso y con muy especial preferencia de 3 a 10% en peso, referido a las partículas que contienen fibra de carbono; y
- en las que las partículas que contienen fibra de carbono presentan fibras de carbono en una cantidad de 60 a 99,9% en peso, particularmente de 70 a 99,5% en peso, preferiblemente de 80 a 99% en peso, con especial preferencia de 85 a 98% en peso, con muy especial preferencia de 90 a 97% en peso, referida a las partículas que
- 30 contienen fibra de carbono.
7. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones anteriores, en las que las partículas que contienen fibra de carbono presentan una pluralidad de fibras de carbono, particularmente de 10 a 1.000.000 de fibras de carbono, preferiblemente de 25 a 500.000 fibras de carbono, con preferencia de 50 a 100.000 fibras de carbono, con especial preferencia de 75 a 50.000 fibras de carbono, con muy especial preferencia de 100 a 10.000 fibras de carbono por partícula.
- 35 8. Partículas que contienen fibras de carbono según una de las reivindicaciones anteriores,
- en las que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene al menos un silano y/o al menos un siloxano o está compuesto por el mismo; o
- en las que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene al menos un organosilano seleccionado de organosilanos monoméricos, oligoméricos o poliméricos, y/o al menos un organosiloxano seleccionado de organosiloxanos monoméricos, oligoméricos o poliméricos, eventualmente junto con al menos un disolvente o dispersante o al menos un aditivo, o está compuesto por el mismo.
- 40 9. Partículas que contienen fibras de carbono según una de las reivindicaciones anteriores,
- en las que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene al menos un (organo)siloxano, preferiblemente al menos un poli(organo)siloxano, o está compuesto por el mismo, particularmente en las que el aglutinante basado en silano y/o siloxano o al menos un (organo)siloxano, preferiblemente al menos un poli(organo)siloxano, presenta al menos un grupo polar o hidrófilo, particularmente en las que el grupo polar o hidrófilo se selecciona de grupos amino, grupos alcoxi, grupos ariloxi, grupos aralquiloxi, grupos hidroxilo, grupos tiol, halógenos, grupos ácido carboxílico, grupos éster de ácido carboxílico y grupos amonio, particularmente grupos amino y grupos hidroxilo,
- 45 preferiblemente grupos amino primarios, grupos amino secundarios, grupos amino terciarios y grupos hidroxilo.
- 50 10. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones anteriores,

en las que el aglutinante basado en silano y/o siloxano contiene además al menos un agente de adhesión, particularmente seleccionado del grupo de resina y ceras, particularmente en cantidades, referidas al aglutinante basado en silano y/o siloxano, en el intervalo de 0,01 a 80% en peso, particularmente de 0,1 a 50% en peso, preferiblemente de 1 a 30% en peso.

5 11. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones 1 a 10, en las que las partículas que contienen fibra de carbono se presentan en forma de gránulos.

12. Partículas que contienen fibra de carbono según la reivindicación 11,

en las que los gránulos presentan un diámetro en el intervalo de 0,1 a 40 mm, particularmente de 0,2 a 30 mm, preferiblemente de 0,4 a 20 mm, con preferencia de 0,5 a 10 mm, con muy especial preferencia de 0,75 a 6 mm; y

10 en las que los gránulos presentan una densidad aparente en el intervalo de 1 a 800 g/l, particularmente de 10 a 700 g/l, preferiblemente de 40 a 600 g/l, con preferencia de 70 a 500 g/l, con especial preferencia de 100 a 400 g/l y con muy especial preferencia de 175 a 300 g/l.

15 13. Partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones 1 a 10, en las que las partículas que contienen fibra de carbono se presentan en forma de peletes, preferiblemente con forma al menos esencialmente cilíndrica.

14. Partículas que contienen fibra de carbono según la reivindicación 13,

en las que los peletes presentan un diámetro en el intervalo de 0,5 a 50 mm, particularmente de 1 a 40 mm, preferiblemente de 2 a 25 mm, con preferencia de 3 a 10 mm y con especial preferencia de 4 a 8 mm; y

20 en las que los peletes presentan una longitud en el intervalo de 0,5 a 50 mm, particularmente de 1 a 40 mm, preferiblemente de 2 a 25 mm, con preferencia de 3 a 10 mm y con especial preferencia de 4 a 8 mm, y

en las que los peletes presentan una densidad aparente en el intervalo de 1 a 1.000 g/l, particularmente de 10 a 800 g/l, preferiblemente de 100 a 700 g/l, con preferencia de 200 a 600 g/l, con especial preferencia de 300 a 500 g/l y con muy especial preferencia de 350 a 475 g/l.

25 15. Procedimiento para la preparación de partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones 1 a 14, en el que las fibras de carbono, particularmente en forma triturada, se ponen en contacto en primer lugar con al menos un aglutinante basado en silano y/o siloxano y a continuación se moldean las fibras de carbono puestas en contacto con aglutinante basado en silano y/o siloxano hasta partículas discretas, en el que las fibras de carbono se presentan como fibras de carbono recicladas, en el que las fibras de carbono recicladas se consiguen a partir de plásticos reforzados con fibra de carbono (PRFC) pirolíticamente o mediante degradación
30 pirolítica de la matriz de plástico.

16. Uso de partículas que contienen fibra de carbono según una de las reivindicaciones 1 a 14 como aditivo, particularmente para plásticos, materiales de construcción o sistemas cementosos o también para la preparación de plásticos que contienen fibra de carbono o también para mezclado dispersivo, particularmente para la incorporación a plásticos.

35

Fig. 1

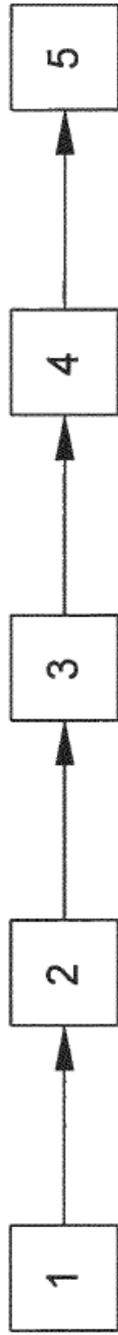


Fig. 2A

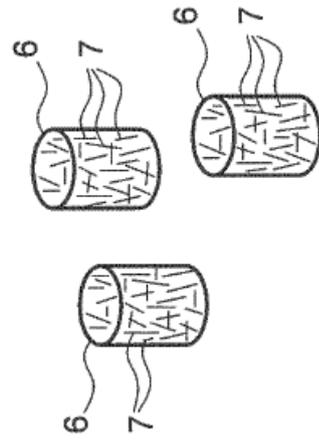


Fig. 2B

